

УДК 577.41:551.49.541.115

Накопление трансурановых элементов в компонентах водных систем Гомельской области

В. П. Кудряшов, А. В. Зубарева, А. М. Дворник

Введение

Вода занимает большую часть земной поверхности, поэтому знание путей миграции радионуклидов и степени радиационной опасности в водных системах имеет важнейшее значение. Авария на ЧАЭС привела к повышению содержания ТУЭ в воде в 10^3 - 10^5 раз. загрязнение водоемов происходило за счет выпадения радионуклидов с дождевыми водами, оседания пароконденсатных и аэрозольных радиоактивных частиц и их растворения, а позднее за счет площадного и речного стоков с зараженного водосбора.

Целью данной работы являлось исследование содержания и распределения ТУЭ в воде рек и озер Гомельской области.

Материалы и методы исследования

Для изучения распределения трансурановых элементов по различным компонентам водных экосистем отбиралась вода, водные макрофиты. Определялась видовая принадлежность растений, которые впоследствии измельчали и высушивали в термостате при температуре 105°C . Затем пробу озоляли в муфельной печи до 600°C , повышая температуру на 100°C через каждый час. Для радиохимического анализа отбиралось по 1 литру воды и по 100 грамм золы высших водных растений. Воду отфильтровывали через фильтр синяя лента (предварительно взвешенный), отфильтрованную воду выпаривали до влажных солей, фильтры с осадком высушивали, взвешивали для определения веса водной взвеси, затем озоляли до 650°C . Радиохимический анализ проб проводился по стандартной методике [1].

Измерения активности $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am проводились с использованием α – спектрометрической системы CANBERRA – 7401.

Результаты и их обсуждение

Долгоживущие радионуклиды, поступая в водоемы, распределяются по компонентам водных экосистем неравномерно. Для исследования содержания и распределения долгоживущих радионуклидов в водных экосистемах были выбраны следующие водные объекты: озеро Персток, реки Припять и брагинка.

Отмечено, что содержание $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am в отфильтрованной воде водоемов и водотоков ниже, чем во взвеси, водных макрофитах (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am в водной фракции и взвеси водоемов и водотоков Гомельской области

Водный объект	$^{239+240}\text{Pu}$, мБк/л	^{241}Am , мБк/л	$^{239+240}\text{Pu}$, мБк/л	^{241}Am , мБк/л
	вода		взвесь	
Р. Припять (д. Ломачи)	3,2	1,4	14,5	1,7
Оз. Персток	15,1	22,4	69,4	40,9
Р. Словечна (д. Кузьмичи)	0,8	0,01	0,9	0,01
Р. Брагинка (Брагин)	1,3	2,2	2,9	3,9

Из таблицы 1 следует, что существуют значительные различия в накоплении радиоактивных веществ отмеченных выше систем.

В оз. Персток радиоактивность воды выше, чем в р.Брагинка по $^{239+240}\text{Pu}$ в 11,5 раз; по сравнению с р. Припять – в 5 раз. По ^{241}Am – в 10 и 15 раз соответственно.

Водная взвесь представляет собой совокупность фито- и зоопланктона, а также механических взвешенных частиц, в которые и мигрируют ТУЭ из воды.

более объективную информацию о накоплении радионуклидов как водной взвесью, так и водными макрофитами (которые, в силу своей неодинаковой способности накапливать радионуклиды, представляют несомненный интерес) может дать коэффициент накопления (Кн), представляющий собой отношение удельных активностей фитомассы (водной взвеси) и воды – УА фт (вз) Бк/кг УА в Бк/л.

Эти показатели целесообразно сопоставить по водным взвесям с разных мест отбора с удельной активностью воды. В таблице 2 представлены значения коэффициентов накопления ТУЭ взвесью водных объектов Гомельской области.

Таблица 2 – Коэффициенты накопления ТУЭ взвесью водных объектов Гомельской области

Водный объект	$^{239+240}\text{Pu}$,	^{241}Am ,
	взвесь	
Р. Припять (д. Ломачи)	10800	1300
Оз. Персток	4000	800
Р. Словечна (д. Кузьмичи)	50	400
Р. Брагинка (г. Брагин)	700	2000

Отмечаются наибольшие значения Кн по $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am во взвеси р. Припять (10800 и 1300) и оз. Персток (4000 и 800), наименьшие значения Кн характерны для р. Словечна. Высокая интенсивность накопления плутония и америция в реке Припять, по-видимому, связана с весенним половодьем, которое наблюдалось в период отбора проб, а также обусловлена географическим расположением места отбора – в зоне отселения с высоким уровнем плутония на почве.

Также исследовалось поглощение и накопление трансурановых элементов $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , макрофитами юго-востока Гомельской области (30 км зона ЧАЭС). Образцы высших водных растений отбирали в озере Персток и реке Брагинка, являющейся притоком Припяти-главной артерии Полесья (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание радионуклидов в водных макрофитах 2001г.

Водный объект	Вид растительности	Содержание радионуклидов, Бк/кг	
		$^{239+240}\text{Pu}$	^{241}Am
оз. Персток (д. Масаны)	водокрас лягушачий	12,4	29,8
р. Припять (д. Красноселье)	роголистник погруженный	4,5	2,3
р. Брагинка (д. Пирки)	кубышка желтая (корнев+вег. часть)	0,7	4,1
р. Словечно (д. Кузьмичи)	кубышка желтая (листья)	0,3	3,5
оз. Персток (д. Масаны)	кубышка желтая (листья)	30	58,8
р. Брагинка (д. Гдень)	телорез алоэвидный	1,3	10,0
р. Брагинка (д. Гдень)	кубышка желтая (корнев+вег. часть)	0,2	0,9

Как видно из приведенных данных, в наших исследованиях проявились значительные видовые различия в накоплении макрофитами отмеченных выше радионуклидов. Наиболее высокая удельная активность (УА) фитомассы в 2001 г. по $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am у кубышки желтой (листья) 30 и 58,8 Бк/кг.

Следует также рассмотреть коэффициенты накопления ТУЭ у растений разных видов одного и того же водоема и у одного и того же растения с разных мест отбора и различной удельной активности воды (таблица 4).

Таблица 4 – Коэффициенты накопления долгоживущих радионуклидов у водных растений озера Персток и р. Брагинка

Водный объект	Растение	$^{239+240}\text{Pu}$	^{241}Am
		Кн	Кн
Оз. Персток	роголистник погруженный	2000	130
	рогоз лягушачий	80	8
	водокрас лягушачий	1020	38
	рогоз широколиственный	56	1
Р. Брагинка	кубышка желтая (корни)	23	20
	ряска малая	100	16
	телорез алоэвидный	16	15
	косатик аировидный	77	16

Разные виды водных растений неодинаково накапливают и трансурановые элементы, поэтому изучение поглощения радионуклидов водной растительностью представляет несомненный интерес. Высоким коэффициентом накопления для $^{239+240}\text{Pu}$ отличался роголистник погруженный и водокрас лягушачий, а наименьшим – телорез алоэвидный. Биоразнообразие в значительной мере проявилось и при накоплении другого трансуранового элемента – ^{241}Am . Высокая поглощательная способность по отношению к этому радионуклиду наблюдалась также у роголистника погруженного, Кн которого составил 130.

Одни и те же виды растений накапливают различные радионуклиды с различной интенсивностью. В данном случае в исследуемых водных объектах плутоний накапливался в водных макрофитах интенсивней, чем америций.

Заключение

Результаты исследований распределения трансурановых элементов в водных экосистемах свидетельствуют, что существует опасность их переноса по пищевым цепям в организм человека. В связи с этим, остаются актуальными исследования по накоплению и миграции трансурановых радионуклидов по пищевой цепи «вода – взвесь – водные макрофиты – гидробионты – человек».

Таким образом, вышеизложенные результаты свидетельствуют о том, что

- водная взвесь (представленная фито – и зоопланктоном, а также механическими частицами) интенсивнее накапливает трансурановые элементы, по сравнению с водой и водными макрофитами;
- существует разница в содержании долгоживущих радионуклидов в озерных и речных системах;

- отмеченное ранее биоразнообразие в поглощении радионуклидов наземной флорой соответственно также и высшей водной растительности. В основе этого разнообразия лежат, в первую очередь, морфо-функциональные особенности самих растений. Этот вывод следует из данных, по которым различные значения K_n для каждого из радионуклидов обнаружены у растений. Произрастающих в одной и той же водной среде с одинаковыми физико-химическими свойствами озера Персток и реки Брагинка;

- разнообразие обусловлено свойствами радионуклидов как химических элементов и формами их существования в водной среде. Этот вывод следует из того, что у одного и того же растения коэффициенты накопления разных радионуклидов неодинаковы.

Необходимо также рассмотреть вопрос о том, проявится ли установленная ранее в исследованиях с наземной формой закономерность о существенном влиянии на коэффициенты накопления концентрационного фактора для высшей водной растительности и по отношению к исследуемым радионуклидам.

Abstract. The paper considers the accumulation of transuranium elements in components of water systems of Gomel region. It presents the differences in distribution of long lived radio nuclides in components of water ecosystems of lakes and rivers of Gomel area. It also marks that the content of long-lived radio nuclides in water plants is higher than in water.

Литература

1. Методика определения активности стронция и трансураниевых элементов в биологических объектах МВИ. МН 1992-2003/ Национальная академия наук Беларуси – Мн., 2003 –17 с.

Государственное научное учреждение
"Институт радиобиологии" Национальной
академии наук Беларуси

Поступило 14.03.07

Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины